

Mejora de la atracción de las proteínas hidrolizadas para *Ceratitis capitata* Wied. mediante la adición de sustancias sintéticas en la solución de los mosqueros

J.P. ROS; E. WONG, E. CASTILLO

Se han efectuado ensayos de campo para determinar si la adición de los atrayentes sintéticos descubiertos recientemente para las hembras de *C. Capitata* (Putrescina, Acetato Amónico y Trimetilamina) en la proteína hidrolizada que se emplea como cebo en los mosqueros mejoraba su eficacia y su selectividad hacia las hembras de esta especie. Las sustancias sintéticas antes citadas que se venden en bolsitas de polietileno son muy caras en el mercado actual lo que hace que el método de trapeo masivo para combatir a esta plaga por medios ecológicos o producción integrada sea muy costoso y por tanto difícil de llevar a cabo de una manera extensiva. Los resultados obtenidos indican que adicionando un 2% en peso de acetato amónico a la solución estándar de Proteína Hidrolizada y Bórax se puede conseguir un 41% más de capturas de las que un 75% serán hembras.

J.P. ROS.; E. CASTILLO, Instituto Nacional Investigaciones Agrarias. Ministerio de Ciencia y Tecnología. Carretera Coruña Km. 7. 28040 Madrid
E. WONG. Servicio de Sanidad Vegetal. Junta de Andalucía. Camino viejo de Velez, n.º 8. 29738 Rincón de la Victoria. Málaga

Palabras claves: Atrayentes, *Ceratitis*, Mosqueros.

INTRODUCCIÓN

Es de sobra conocida la atracción que ejercen sobre las moscas las soluciones más o menos ricas de proteínas hidrolizadas. La descomposición de la materia orgánica hace desprenderse sustancias volátiles, generalmente nitrogenadas, que son las emisarias que perciben, en general los seres vivos, y en particular los insectos, para poder detectar las fuentes de alimentos. Dentro de esta generalidad, son las hembras jóvenes las que son más ávidas por estas fuentes de alimento puesto que necesitan en su dieta un aporte sustancioso de proteínas para desarrollar sus ovarios y así madurar los huevos con los que reproducirse (Ros, 1979, 1988).

El fosfato biamónico se ha usado desde hace muchos años en mosqueros tipo Mcphail como atrayente, tanto de moscas de las frutas *Ceratitis capitata* Wied. como la del olivo *Bactrocera oleae* Gmel. Desde la década de los 70 las proteínas hidrolizadas vinieron a sustituir en parte el uso del fosfato ya que aumentaban las capturas de *Ceratitis*. En un Proyecto Coordinado del Organismo Internacional de Energía Atómica (Ros, 1996) se determinó que una solución en agua al 9% de proteínas hidrolizadas y el 3% de Borax (tetraborato sódico) era el cebo que hacía que en las trampas Macphail se capturaran mas hembras de *Ceratitis* (El cebo de mayor potencial de moscas capturadas resultó ser este mismo añadiéndole Trimedlure,

pero eran machos la mayoría). Esta trampa índice se sigue usando como testigo en todos los ensayos que se realizan hoy en día.

La necesidad de renovar los líquidos semanalmente cuando los mosqueros usan esta clase de cebo, hizo que se emprendiera un proyecto nuevo para descubrir unos atrayentes más persistentes a la vez que efectivos que acabara con este gran trabajo, el cual, por su elevado coste, impedía que el método de captura masiva se pudiera llevar a cabo en plantaciones de producción ecológica o integrada. De este proyecto salieron las sustancias sintéticas: putrescina (diamino butano), trimetilamina y acetato amónico que han revolucionado el mundo de los mosqueros y han hecho vislumbrar que la técnica del trapeo masivo es posible. Estas sustancias ejercen un gran poder de atracción sobre *Ceratitis* muy selectivo, y sobre todo, que en los envases donde se comercializan (parches de polietileno con membranas porosas) son capaces de permanecer activas en los mosqueros de un mes y medio a dos meses (Epsky, 1995. Heath, 1995. Ros, 1996, 1997)

Muchos ensayos, con mas o menos ventura, se han realizado en España para demostrar que el método pudiera ser efectivo (Ros, 1999). Ha sido una alocada carrera a ver quien conseguía los mejores resultados y no siempre se han hecho las cosas con el suficiente rigor científico. Todo parece indicar que ha habido un desencanto en los técnicos y agricultores por lo que se presumía una panacea y luego no ha sido tanto. Esto necesita, como todo, una sedimentación de ánimos y un análisis riguroso de los resultados.

El primer resultado demostrado es el gran potencial de captura de moscas, en especial de hembras, de las sustancias sintéticas antes citadas. El segundo es el coste tan alto que estas sustancias siguen teniendo en el mercado y lo que es más, sin ningún atisbo de que puedan disminuir su precio. Con estos dos valores veamos qué problemas podemos resolver y qué otros podemos investigar para ver las posibilidades que nos ofrece su uso.

Nosotros creemos que, entre otras muchas aplicaciones del método de trapeo masivo

de hembras de *Ceratitis* con estas sustancias, una de ellas pudiera ser la defensa de las variedades de fruta temprana, pues cuando estas variedades maduran, momento susceptible de ser atacados sus frutos, las poblaciones de moscas son aún bajas y los mosqueros serían capaces de controlar la plaga. Con este criterio se cambiaría uno o dos tratamientos insecticidas por la colocación de mosqueros suficientes para que la plaga no hiciera daño. Pensemos en las variedades de nectarinas o de nísperos que maduran desde el mes de abril/mayo hasta finales del mes de junio y que se exportan a países donde no se admite fruta con residuos de insecticida. El control de la plaga cuando las poblaciones sean muy altas lo iremos investigando en distintos frutales y condiciones climáticas hasta conseguirlo con unos costes asequibles al agricultor. (Ros 1999)

Visto lo dicho anteriormente y aprovechando el potencial de atracción que ofrecen estas sustancias sintéticas hemos realizado unos ensayos encaminados a mejorar las soluciones de proteínas hidrolizadas añadiéndoles estas sustancias por separado, de dos en dos y las tres unidas. Pudiera darse el caso que alguna de estas combinaciones fueran positivas y poder competir con las sustancias sintéticas solas, o en su caso, disminuir el coste del método al poder combinar mosqueros con ambos atrayentes (sintéticos y proteínas) y así poder rebajar el coste del tratamiento.

MATERIAL Y MÉTODOS

Para realizar los ensayos se escogió una finca de mangos en la localidad de El Rincón de la Victoria en Málaga conocida ya por nosotros, donde la población de *Ceratitis* en el mes de septiembre alcanza valores muy altos.

Los materiales y productos atrayentes utilizados fueron los siguientes:

Mosquero Tephri, distribuido por Utilplás S.L. y Aragonesas S.A.

Insecticida DDVP en pastillas, distribuido por Aragonesas S.A.

Nulure (proteína hidrolizada), distribuída por Agrichem S.A.

Putrescina (diamino butano), de Laboratorios Aldrich.

Trimetilamina 45%, de Laboratorios Aldrich.

Acetato amónico, de Laboratorios Probus.

Borax (Tetraborato sódico), de Laboratorios Probus.

Tripack (atrayentes sintéticos de Ceratitis), distribuído por Kenogard S.A.

Como lo que se trataba de comprobar era la eficacia de distintas combinaciones de atrayentes para Ceratitis, se eligió un único tipo de mosquero. El elegido fue el Tephri que es uno de los que mejores resultados ha dado en nuestros ensayos.

Para confeccionar los distintos atrayentes nos basamos en la fórmula que mejor resultado nos dió en los proyectos internacionales antes citados y a partir de aquí, ir agregando sustancias sintéticas para ver si mejoraba su poder atractivo frente a las moscas.

El atrayente básico estaba compuesto por una solución en agua (88%) de **Nulure** (9%) y **Borax** (3%). Este último se emplea como conservante para que los cadáveres de las moscas ahogadas no se descompongan y distorsionen el olor de la proteína.

Las unidades de sustancias atrayentes que se utilizaron para confeccionar las diferentes variaciones en la composición del líquido atractivo básico de cada mosquero fueron las siguientes:

5 gramos de acetato amónico. Le asignaremos la abreviatura **AA**

2 cc de trimetilamina 45%. Le asignaremos la abreviatura **TMA**

0, 1 cc de putrescina 50%. Le asignaremos la abreviatura **P**

Así pues, los mosqueros ensayados fueron los que figuran en el Cuadro I.

Se hicieron tres bloques al azar teniendo cada uno los nueve mosqueros seleccionados. Se realizó todo el ensayo al mismo tiempo desde el 20 de septiembre al 8 de Noviembre de 1999.

Al ser los árboles de mediano tamaño se colocaron los mosqueros en la parte sur de estos y a una altura de 1,50 metros. La distancia entre mosqueros fué entre 15 y 20 metros. La posición de los mosqueros dentro de cada bloque fue determinada al azar en el momento de su primera colocación.

El control de los mosqueros se efectuaba dos veces por semana, contando el número de moscas capturadas y clasificándolas en machos y hembras. Dentro de cada bloque los mosqueros se cambiaban de posición, de manera correlativa, en cada control.

A las soluciones atractivas se les reponía agua hasta los 250 cc originarios cada vez que se contaban y se renovaban todos los atrayentes cada semana, es decir, cada dos controles.

Los datos de las capturas se han sometido estadísticamente a dos análisis de varianza, uno con los datos reales y otro reduciendo los mismos a porcentajes. Una vez que el grado de significación da positivo se hace

Cuadro I.—Composición de los atrayentes dispuestos en los mosqueros Tephri para ser ensayados. Composition of attractants disposed on Tephri traps to be tested

Mosquero	Nº	Atrayente	Sustancia añadida	Observaciones
Tephri	1	250 CC atrayente básico		Testigo
Tephri	2	250 CC atrayente básico	AA	Líquido
Tephri	3	250 CC atrayente básico	P	Líquido
Tephri	4	250CC atrayente básico	TMA	Líquido
Tephri	5	250 CC atrayente básico	AA + P	Líquido
Tephri	6	250 CC atrayente básico	AA + TMA	Líquido
Tephri	7	250 CC atrayente básico	TMA + P	Líquido
Tephri	8	250 CC atrayente básico	TMA + P + AA	Líquido
Tephri	9	Tripack		Parches

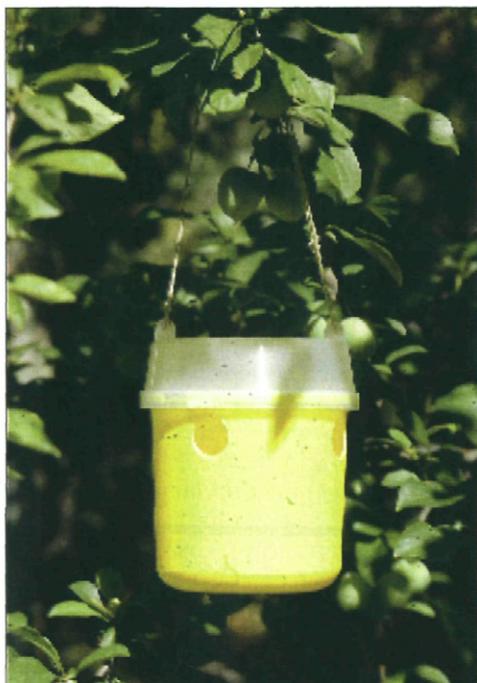


Foto 1.- Mosquero Tephri Trap con el que se hizo el ensayo.

una separación de medias por el Test de Dúncan.

RESULTADOS

El ensayo ha resultado estadísticamente significativo ($Pr > .0001$) en ambos supues-

tos lo que nos da una cierta seguridad en los datos que hemos obtenido y en las afirmaciones que podamos hacer.

En el Cuadro II se muestran las medias de las capturas totales de cada tratamiento, las medias de las capturas semanales, las medias estadísticas y su grado de significación para ambos supuestos (reales y porcentajes).

En la primera columna se cita el número del mosquero tal y como se denominó en material y métodos

En la segunda columna (Tratamiento) se refleja el tipo de atrayente utilizado por el mosquero, recuerdese B = atrayente básico de Nulure y Borax en agua; AA = acetato anónico; TMA = trimetilamina y P = putrescina.

En la tercera columna se da cuenta del número medio de capturas obtenidas por cada mosquero en cada bloque en el tiempo que duró el experimento.

La cuarta columna expresa la media de capturas de cada mosquero cada vez que se ha contado.

Y por fin la quinta columna expresa el mismo número medio anterior pero expresado en porcentaje respecto al número total de moscas que se ha capturado por los mosqueros de cada bloque cada vez que se han contado.

Como nos interesaba saber el grado de atracción de cada tratamiento para las hem-

Cuadro II.—Media de capturas de *Ceratitis capitata* Wied. obtenidas por cada tratamiento y su grado de significación estadística. Málaga 1999

Mosq.Nº	Tratamiento	Media cap/mosq/bloq	Media estadística cap/mosq/conteo F=14, 8 Pr>F=.0001	Media estadística % cap/mosq/conteo F=22, 6 Pr>F=.0001
1	B	1.281	98, 54 bc	9, 1 c
2	B + AA	1.810	139, 23 b	13, 4 b
3	B + P	1.432	110, 15 bc	9, 9 c
4	B + TMA	1.054	81, 08 c	7, 2 c
5	B + AA + P	1.243	95, 62 bc	8, 0 c
6	B+ AA+TMA	1.861	143, 15 b	13, 4 b
7	B + P + TMA	1.006	77, 38 c	7, 0 c
8	B+AA+P+TMA	1331	102, 38 bc	8, 9 c
9	Tripack	3.164	243, 38 a	23, 0 a

Las medias de cada columna seguidas de la misma letra no difieren significativamente al nivel del 5%.

Cuadro III.—Media de capturas de hembras de *Ceratitis capitata* Wied. obtenida por cada tratamiento y su significación estadística. Málaga 1999

Mosq.Nº	Tratamiento	Media cap/mosq/bloq	Media estadística cap/mosq/conteo F=12, 7 Pr>F=.0001	Media estadística % cap/mosq/conteo F=12, 4 Pr>F=.0001
1	B	940	78, 33 bc	9, 1 c
2	B + AA	1.228	102, 32 b	12, 3 b
3	B + P	1.090	90, 83 bc	10, 0 c
4	B + TMA	825	71, 67 c	8, 0 c
5	B + AA + P	1.054	87, 83 bc	8, 9 cd
6	B+ AA+TMA	1.367	113, 92 b	13, 3 b
7	B + P + TMA	773	64, 42 c	7, 3 c
8	B+AA+P+TMA	976	81, 83 bc	9, 1 cd
9	Tripack	2.249	187, 42 a	21, 6 a

Las medias de cada columna seguidas de la misma letra no difieren significativamente al nivel del 5%.

bras, hicimos el mismo análisis anterior pero teniendo sólo en cuenta las capturas de hembras de cada tratamiento. En el Cuadro III se recogen estos datos.

DISCUSIÓN

Como puede observarse rápidamente al estudiar los datos de capturas de los cuadros II y III existe una ostensible diferencia entre las capturas conseguidas por las sustancias sintéticas y la mejor de las proteínas (3.164 frente a 1.861), esto ya nos dice por donde nos estamos moviendo. Volvemos a experimentar la misma sensación que en el año 1.995 cuando probamos por primera vez estos atrayentes sintéticos. Los resultados no tienen vuelta de hoja pero no nos detengamos ahí, miremos lo que hemos conseguido con nuestra propuesta. Hemos incrementado las capturas del testigo (Nulure y Borax) un 40% al agregarle acetato amónico (1810 frente a 1281) y esto puede ser el comienzo de una carrera para reducir distancias.

La trimetilamina ha jugado un papel más orientado a capturar más hembras que a incrementar el número de capturas totales. Esto está de acuerdo con la selectividad que en el año 95 advertimos para esta sustancia. Tiene el inconveniente de su intenso olor, tan desagradable, que la hace totalmente inma-

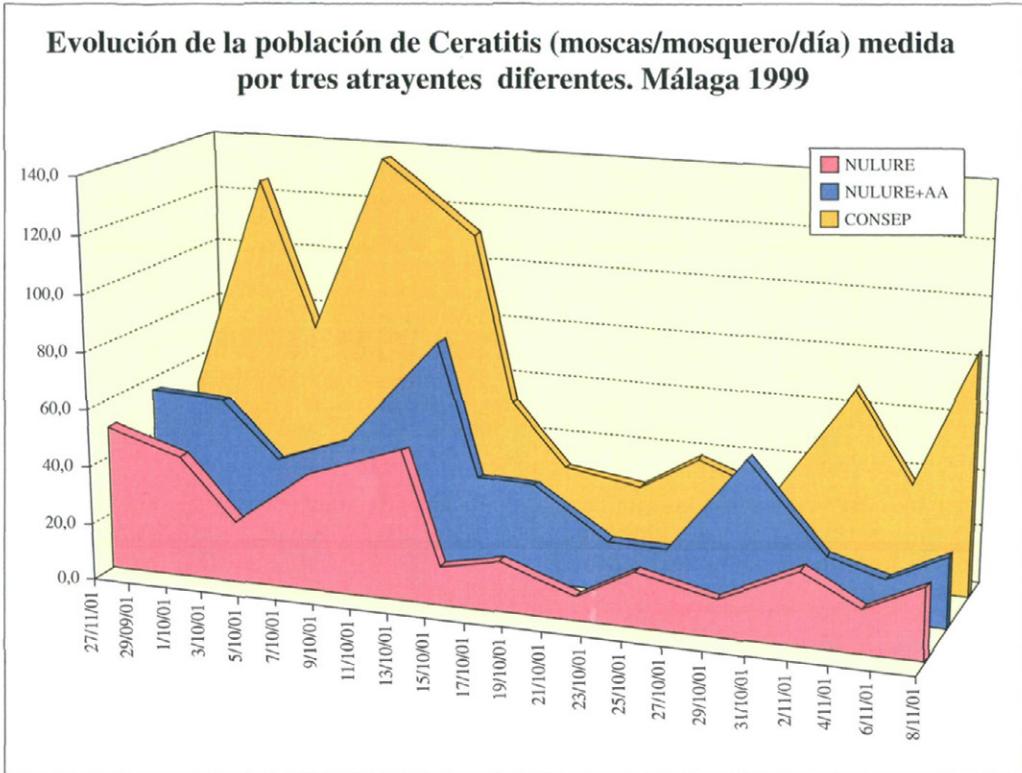
nejable con nuestros medios. La diferencia de capturas de hembras con el tratamiento de acetato amónico no es lo suficientemente grande como para tenerlo en cuenta. Otra cosa sería si a una dosis distinta de trimetilamina consiguiéramos un efecto más positivo.

La acción de la putrescina no se ha mostrado muy claramente puede que a la dosis utilizadas no haya manifestado su acción.

Es un primer paso. Hay que investigar nuevas dosis y combinaciones hasta intercalar otra curva (Fig. 1.) entre la que hemos investigado (Nulure + Acetato Amónico) y la de sustancias sintéticas, así hasta que consigamos equiparar sus potenciales de atracción y posteriormente habilitarlos en "dispensadores" que duren toda una campaña sin necesidad de renovarlos.

CONCLUSIONES

1. Las sustancias sintéticas trimetilamina, putrescina (diamino butano) y acetato amónico son los mejores atrayentes de *Ceratitis* conocidos hasta hoy, con una eficacia media para las hembras del 71% en la época del año en que se ha realizado el ensayo. (En otras épocas puede llegar al 90%). La



duración media en los mosqueros es de mes y medio a dos meses. Tienen el inconveniente que su precio es muy alto.

2. La solución al 9% de proteína hidrolizada Nulure en agua con un 3% de borax es un buen atrayente de Ceratitis, sin llegar ni mucho menos a la eficacia del anterior, sin embargo es un atrayente barato. Tiene el inconveniente de tener que renovar la solución cada 7/10 días, según épocas, lo que conlleva mano de obra para esta operación. La eficacia con respecto a las hembras oscila alrededor del 70%.
3. La adición de acetato amónico (2% p/p) a la solución de proteína Nulure anterior, hace que las capturas de Ceratitis aumenten un 40%, manteniendo la eficacia respecto a las hembras
4. Una combinación del 75% de mosqueros cebados con las sustancias sintéticas (trimetilamina, putrescina y acetato amónico) y un 25% de mosqueros cebados con la proteína hidrolizada Nulure, borax y acetato amónico pudiera ser eficaz para controlar las poblaciones de Ceratitis y con ello reducir el coste de la aplicación del método de trapeo masivo.

ABSTRACT

ROS, J.P.; WONG, E.; CASTILLO, E. : " Improve of the attractant efficiency of hydrolysed protein against *Ceratitits capitata* Wied. adding synthetic sustances in the trap solution."

Synthetic food based attractants putrescine, trimethylamine and amonium acetate against medfly have demonstrated to be an excellent bait to attract medflies, specially females. The price of these products are very high and so the mass trapping technique to control medfly in the orchards is very expensive for the farmers and they can not utilise it. Field trials have been carried to determine if addition of Putrescine, Trimetyl Amine and Amonium Acetate separated or combined to estándar solution of Nulure (9% Nulure, 88%water, 3% Borax) could improve the efficiency of traps (Tephri Trap). The results shows that adding 2% (wheight) of Amonium Acetate in estándar solution improve the efficacy till 41% of total captured flies (75% females).

The other synthetic attractants don't reach interesting results at the doses assayed.

Key words: Ceratitits, Attractants, Traps

REFERENCIAS

- EPSKY, N.; HEATH, R.; GUZMAN, A.; MEYER, W.: "Visual cue and chemical cue interactions in a dry trap with food-based synthetic attractant for *C. capitata* and *Anastrefa ludens* (Diptera:Tephritidae) in Environmental Entomology. Vol 24 no 6. 1995.
- HEATH, R. EPSKY, N. GUZMAN, A.; DUEBEN, B.: "Development of a dry plastic insect trap with food-based synthetic attractant for the mediterranean an mexican fruit flies (Diptera: Tephritidae) in Journal of Economic Entomology. Vol 88 no 5. 1995.
- IAEA 1996: "Standardization of medfly trapping for use in sterile insect technique programmes." Final report of a Co-ordinated Programme 1986-1992. IAEA-TECDOC-883. Vienna 1996.
- ROS, J.P.; PÉREZ, T; GILBERT, J.: "Estudio de la eficacia en campo de dos formulaciones de atrayentes para la mosca de la fruta *C. capitata* wied. in Bol. San. Veg. Plagas no 2 Ministerio de Agricultura. España. 1979.
- ROS, J.P.: "La mosca mediterranea dela Fruta *Ceratitits capitata* Wied. Biología y métodos de control." Hojas divulgadora Ministerio de Agricultura. No 8/88 España. 1988.
- ROS, J.P.: "Estudio de diferentes combinaciones de productos atrayentes en las pulverizaciones cebo contra *C. capitata* wied". Bol. San. Veg. Plagas no 16. Ministerio de Agricultura. España 1990.
- ROS, J.P.; GARIJO, C; NAVARRO, L.; CASTILLO, E.: "Ensayos de campo con un nuevo atrayente de hembras de la mosca de la fruta *Ceratitits capitata* Wied. (Diptera: Tephritidae)" in Bol. San. Veg. Plagas no 32. Ministerio de Agricultura España. 1996.
- ROS, J.P.; CASTILLO, E.; CRESPO, J.; LATORRE, Y.; MARTÍN, P.; MIRANDA, M.A.; MONER, P. SASTRE, C.: "Evaluación en campo de varios atrayentes sintéticos para la captura de hembras de la mosca mediterranea de la fruta.*Ceratitits capitata* Wied. Bol. San. Veg. Plagas Vol. 23 N.º 3. 1997.
- ROS, J.P.; WONG, E.; CASTRO, V.; CASTILLO, E.: "La Trimrtilamina: Un atrayente prometedor para capturar las hembras de la mosca mediterranea de la fruta *Ceratitits capitata* Wied. Bol.San. Veg. Plagas Vol. 23 N.º 4. 1997.
- ROS, J.P.; ESCÓBAR, I.; GARCÍA-TAPIA, F.J.; ARANDA, G.: "Experiencia piloto de defensa de una plantación de chirimoyos contra la mosca de la fruta (*Ceratitits capitata* Wied.) mediante trapeo masivo" Bol. San. Veg. Plagas Vol. 25, 395:404. 1999.

(Recepción: 19 marzo 2001)

(Aceptación: 28 mayo 2001)